



ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЧОРНОГО МОРЯ



СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА У БЕРЕГОВ СЕВАСТОПОЛЯ В НОЯБРЕ 2008 и 2009 гг.

Брянцева Ю.В., Токарев Ю.Н., Георгиева Е.Ю., Ситников М.И.,
Бурмистрова Н.В., Жук В.Ф., Василенко В.И.

Институт биологии южных морей НАН Украины, г. Севастополь

Ноябрь с гидрометеорологической и экологической точки зрения интересен как месяц интенсивного выхолаживания, разрушения плотностной стратификации и перехода к зимней стагнации в развитии фитопланктона. В зависимости от погодных особенностей года эти процессы могут протекать раньше или позже, в соответствии с этим может сдвигаться осенний пик в развитии микроводорослей фотического слоя моря. Степень выхолаживания вод в ноябре определяет уровень развития фитопланктона в последующие месяцы, что сказывается на особенностях протекания сезонной сукцессии в течение года. В связи с этим, представляет интерес оценить межгодовую изменчивость состояния микроводорослей по новому критерию - индексу сферичности формы клеток и, рассчитанному на его основе морфометрическому разнообразию (аналогичному информационной энтропии Шеннона-Уивера) водорослей.

Материал и методы. Исследования проводили в ноябре 2008 и 2009 гг., в рамках экологического мониторинга за состоянием Севастопольской бухты (отдел биофизической экологии ИнБЮМ НАН Украины). Съемки были выполнены по единой схеме в двух милях от Севастополя в ночное время суток. Пробы отбирали 5-й литровым батометром с приповерхностного горизонта, а также в слое максимума биолуминесценции, значения которой определяли предварительным зондированием водной толщи с помощью гидробиофизического комплекса «Сальпа — М» по методике, принятой в отделе биофизической экологии ИнБЮМ НАН Украины [1].

Пробы фитопланктона обрабатывали по стандартной методике с дополнениями [2]. Результаты обработки заносили на ПК с помощью программы «Планктон» и автоматически рассчитывали основные параметры фитопланктона с помощью программ-надстроек [2]. Использовали интегральную оценку состояния фитопланктона, выраженную индексом сферичности формы клеток и, рассчитанное на его основе морфометрическое разнообразие [2].

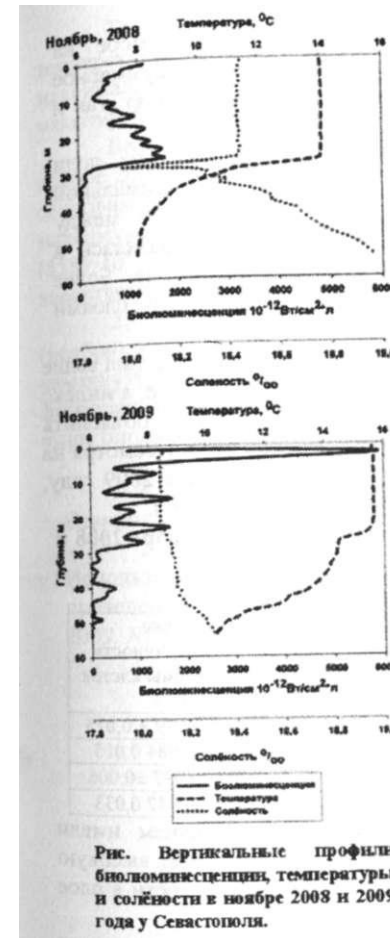


Рис. Вертикальные профили биолуминесценции, температуры и солёности в ноябре 2008 и 2009 года у Севастополя.

Результаты и обсуждение.

Сравнение гидрологических условий в ноябре 2008 и 2009 годов показало статистически значимое отличие в средней температуре исследуемого слоя (0 - 54 м).

В 2009 году она была выше на 2,6° С. Средние за месяц значения температуры мало различались, в 2009 году она была всего на 0,3 градуса. Мутность приповерхностного слоя (0 - 1 м) была значительно выше в ноябре 2008 г., что вероятно связано с относительно более высоким уровнем развития микроводорослей в этом слое. На это также указывает и большие величины биолуминесценции (почти в 2 раза). Значения биолуминесценции в слое максимума, а также средние для всего слоя (0-54 м) оказались выше в 2009 году, однако, средние значения различались не значимо, поэтому нельзя однозначно сказать, повлияло ли увеличение температуры воды на уровень развития фитопланктона. Кривая распределения биолуминесценции в 2008 году имела двухвершинный вид с пиками у поверхности и на глубине 27 м, причем, почти равными по величине, в то время как в 2009 году пик биолуминесценции приходился на верхний слой - 2 м, и был больше в 3,3 раза (рис.).

Таксономический состав проб 2008 и 2009 гг. (с учетом двух горизонтов)

насчитывал 32 наименования и мало различался по количеству видов, Наибольшим разнообразием отличались «и ш. тм.» динофлагелляты (22 наименований) среди которых половина отнесены нами к светящимся на основании литературных данных [1]. В 2008 году динофлагеллят, в том числе и светящихся видов, было на 3 наименования меньше, чем в 2009 г.

В составе светящихся видов в 2008 году преобладали виды рода *Ceratium*, в то время как в 2009 г. два вида этого рода: *C. tripos* и *C. furca* встречались только в слое максимума, а виды *Gonyaulax digitate* и *Gonyaulax Pinifera* в пробах 2008 года вообще отсутствовали. *C.fusus* обнаружен во всех "Робах, достигая 11 тыс.кл/м³ в слое максимума в 2009 году, хотя в приповерхностном горизонте отмечена его минимальная численность (°,333 тыс.кл/м³), что на порядок меньше, чем в 2008 г.

Поскольку интенсивность биолюминесценции в Черном море на 80 - 90 % определяется динофлагеллятами [1], важно было оценить суммарное обилие этих видов, а также их вклад как в обилие всех динофлагеллят, так и всего фитопланктона в целом.

Максимальные значения численности светящихся видов и их доли отмечены в 2009 году в слое максимума, что соответствует максимальной величине биолюминесценции в это время. Незначительная разница между слоями в ноябре 2008 года по биофизическим параметрам отразилась в незначимых расхождениях по всем характеристикам фитопланктона. Более показательными оказались пробы в 2009 году, когда разница между слоями была четко выраженной по всем параметрам.

В целом, вклад светящихся динофлагеллят в суммарное обилие был выше в слоях максимума биолюминесценции, чем в приповерхностном слое, а индекс сферичности формы клеток, наоборот, был ниже, что можно объяснить преобладанием в составе динофлагеллят вытянутых клеток *C. fusus*. Несмотря на то, что в среднем для слоя 0-54 м биолюминесценция была выше в 2009 году, уровень развития светящихся динофлагеллят был выше в 2008 (табл.).

Таблица. Основные характеристики фитопланктона в ноябре 2008 и 2009 гг. в открытой части у берегов Севастополя

Годы	Слой м	Числен. млн. кл./м ³	Биом. мг/м ³	Объем клетки, мкм ³	Площадь поверхности клетки мкм ²	Морфометр. разнообразие	Индекс сферичности формы клеток (ω)
2008	0-1	116,44	302	2595 ± 1460	783,63 ± 553,20	0,039	0,979 ± 0,015
	мах	78,5	114	1452 ± 1603	483 ± 542	0,033	0,984 ± 0,015
2009	0-1	63,54	25	396 ± 182	236,81 ± 77,08	0,001	0,997 ± 0,006
	мах	89,07	123	1379 ± 927	624 ± 342	0,055	0,947 ± 0,033

В 2008 году клетки суммарного фитопланктона в среднем имели больший объем и площадь поверхности, что обусловило более высокую суммарную биомассу. Клетки имели минимальный индекс сферичности в слое максимума биолюминесценции в 2009 г.

Сукцессионный анализ фитопланктонного сообщества подтвердил разницу в его состояниях в эти два года в ноябре, что и определило столь резкие отличия этой пробы от всех остальных, которые можно выразить морфометрическим разнообразием, увеличение которого свидетельствует о более высокой организации сообщества. Различия в индексе сферичности были статистически не значимые по годам, за исключением разницы между слоями в 2009 году. В поверхностном слое индекс сферичности формы был значимо выше, чем в слое максимума биолюминесценции. Таким образом, можно предположить, что чем выше организация структуры фитопланктона, тем сильнее форма клеток отклоняется от формы шара и тем выше биолюминесцентный потенциал динофлагеллят. Это может быть связано с тем, что максимальный вклад в биолюминесценцию, вероятно, вносит вид *C. fusus*, имеющий наиболее «вытянутую» форму клеток среди динофлагеллят.

Таким образом, более высокая, относительно предшествующего года, температура воды в ноябре 2009 года, возможно, способствовала максимальному развитию светящихся динофлагеллят в слое ярко выраженного максимума биолюминесценции.

Выводы. 1. Увеличение среднемесячных значений температуры воды в ноябре 2009 г. у берегов Севастополя, по сравнению с предшествующим годом, сопровождалось интенсивным развитием светящихся динофлагеллят в слое максимума биолюминесценции и ее максимальным значением (5589Т0""Втсм""л"). При этом отмечены минимальные величины характеристик развития микроводорослей в приповерхностном горизонте воды.

2. Максимальный вклад в биолюминесценцию в осенний период (ноябрь) вносил вид *Ceratium fusus*, имеющий среди динофлагеллят наиболее «вытянутую» форму клеток. Показано, что чем выше организация структуры фитопланктона, тем сильнее форма клеток отклоняется от формы шара, и тем выше биолюминесцентный потенциал динофлагеллят.

1, Токарев Ю.Н. Основы биофизической экологии гидробионтов. - Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 2006. - 342 с.

2. Брянцева Ю.В., Лях А.М., Силаков М.И., Георгиева Е.Ю. Использование новых методик обработки данных по фитопланктону при проведении биофизического мониторинга //Рибне господарство України. - 2009. №4(63). - С. 26-27.